

VARIACIONES TEMPORALES DEL CANAL RADIO DE INTERIORES EN LA BANDA DE 1.8 GHz

Susana Loredó

Departamento de Ingeniería Eléctrica,
Electrónica, de Computadores y Sistemas
Universidad de Oviedo
sloredó@tsc.uniovi.es

Rafael P. Torres

Departamento de Ingeniería de
Comunicaciones
Universidad de Cantabria
torresrp@unican.es

ABSTRACT

This communication presents the results of a measurement campaign carried out with the aim of analyzing the impact of people movement and activities on the indoor radio propagation channel at the frequency of 1.8 GHz. For that, the temporal variations of the channel between fixed terminals are measured in several propagation environments, in which usually different degrees of activity take place, allowing the definition of different canonical environments. From the measured data, the figures and statistical parameters that characterize each of the environments are analyzed, in order to be able to associate the results obtained with the density of motion.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio del canal radio de banda estrecha en interiores puede hacerse desde el punto de vista de las variaciones espaciales, o variaciones de la envolvente de la señal recibida en función del espacio o la posición del terminal móvil [1], [2]. Sin embargo, aún cuando ambas antenas permanezcan fijas, el movimiento de personas y equipos o maquinaria que se produce normalmente en este tipo de escenarios, da lugar a fenómenos de desvanecimiento multicamino, a los que se denomina desvanecimientos o variaciones temporales.

En el caso de sistemas móviles, caracterizados por un alto grado de movilidad, las variaciones de la señal debidas al movimiento relativo entre el transmisor y el receptor dominan sobre las variaciones temporales debidas a cambios en el entorno. Pero en el caso de comunicaciones punto-multipunto fijas o sistemas inalámbricos de baja movilidad, este último efecto es el más importante. En el marco del desarrollo de nuevos sistemas, como por ejemplo WPANs, será importante modelar correctamente las variaciones temporales. Además, el desarrollo de un modelo que considere el efecto conjunto de variaciones espaciales y temporales podría ser de gran interés práctico.

En esta comunicación se presentan los resultados de una serie de medidas realizadas en tres escenarios diferentes de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación (ETSIIT) de la Universidad de Cantabria. En cada uno de los escenarios, se han medido las variaciones temporales del canal durante una jornada normal de trabajo, de manera que las medidas reflejasen la actividad normal del entorno. Para cada uno de los escenarios, se han estimado todos los parámetros que caracterizan estadísticamente la envolvente de la señal recibida.

2. ESCENARIOS DE MEDIDA

El esquema y la descripción de los escenarios de medida pueden consultarse en [1]. A continuación, se describe brevemente la actividad que tiene lugar en cada uno de ellos.

En el Escenario 1, la actividad es debida a dos causas principales. Por un lado, la presencia de gente en los laboratorios y despachos de la planta. Las personas que están en los despachos no se mueven demasiado. Normalmente están sentadas o se mueven dentro del despacho de forma lenta y poco frecuente. De vez en cuando pueden salir para dirigirse a otro despacho, a las escaleras o a los ascensores. En los laboratorios puede haber varias personas, hasta un máximo de 10 ó 15 en los laboratorios de microondas y simulación y 3 ó 4 en los laboratorios de circuitos. Dentro de los laboratorios no suele haber mucho movimiento pero es normal que estas personas se dirijan de un laboratorio a otro, generando tráfico más o menos frecuente por el pasillo. Las personas que circulan por el pasillo contribuyen, pues, a la segunda causa de movimiento. Son aquéllas que van de un laboratorio a otro, de un despacho a otro, que suben o bajan las escaleras internas o que entran y salen del departamento desde los ascensores o la escalera principal. Este movimiento no es continuo aunque sí puede ser bastante frecuente y, en general, se corresponde al de una persona moviéndose a paso normal o rápido.

En el Escenario 2 la actividad es más reducida que en el anterior, puesto que, al no existir laboratorios, el movimiento se limita a la llegada de las personas a los diferentes despachos y a pasos esporádicos por los pasillos cuando alguna persona abandona momentáneamente su despacho.

El Escenario 3 no solamente es diferente de los anteriores desde el punto de vista estructural, sino que registra un tipo de actividad completamente diferente. En este lugar se encuentran varias aulas y el servicio de reprografía del centro, siendo además punto de acceso a otras aulas y dependencias de la Escuela. Por tanto, la actividad registrada es bastante elevada en cualquier momento del día, alcanzando niveles máximos cada hora lectiva, momento en el cual se producen los cambios de clase y la correspondiente entrada y salida de los alumnos de las aulas.

3. SISTEMA DE MEDIDA

El sistema utilizado para medir los desvanecimientos espaciales a lo largo de una trayectoria [1], [2], ofrece también la posibilidad de realizar medidas de desvanecimiento temporal, para lo cual el programa incluye un sofisticado sistema de

temporización de medidas, que permite dotar de plena autonomía al propio sistema de medida.

Para realizar una medida de desvanecimiento temporal, se deben seleccionar los parámetros temporales de la medida: duración de la medida e intervalo temporal entre dos medidas consecutivas. En las medidas realizadas para este estudio, las antenas permanecían fijas en su posición en cada escenario y, en el punto donde se encontraba emplazada la antena receptora, se tomaban muestras de la señal recibida durante 60 segundos. Al finalizar ese período, las muestras eran transferidas vía bus HP-IB al ordenador, donde se almacenaban en un fichero. A continuación se medía otro registro de 60 segundos. Y así sucesivamente.

4. RESULTADOS

La Figura 1 muestra uno de los registros tomados en el Escenario 1, donde puede apreciarse que los desvanecimientos ocurren en ráfagas, separadas por períodos en que la señal permanece prácticamente constante. Este comportamiento es, con variaciones, el observado en los tres escenarios.

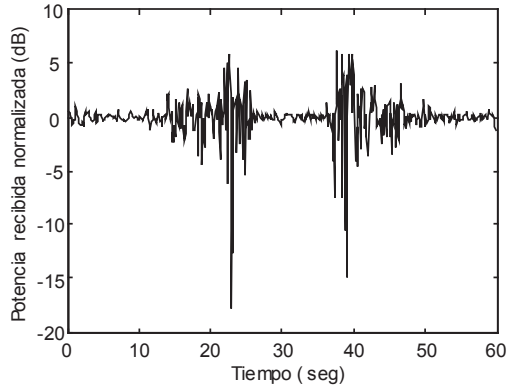


Figura 1. Señal con desvanecimiento temporal medida en el Escenario 1.

Para cada uno de los registros medidos, se filtraron las ráfagas de desvanecimientos y se analizaron los siguientes parámetros: rango dinámico de los desvanecimientos (RD), distribución de probabilidad de la amplitud de los desvanecimientos (se analizaron las distribuciones de Rice y Nakagami), estadísticos de segundo orden (tasa de cruces por nivel y duración media de los desvanecimientos) y espectro Doppler. Después, para comparar los distintos escenarios, se promediaron estos parámetros en cada escenario, estudiándose además: la probabilidad de ocurrencia de desvanecimientos (P_{fading}), la duración media de las ráfagas ($\bar{T}_{ráfaga}$) y la separación media entre ráfagas consecutivas ($\overline{\Delta T}_{ráfaga}$), parámetros que se resumen en la Tabla 1.

Los parámetros RD, K y m son sensibles al criterio elegido para filtrar las ráfagas de desvanecimientos y dependen de que dicho criterio permita detectar ráfagas más o menos profundas. Por eso, para comprender el comportamiento del canal, es necesario estudiar de forma conjunta el valor medio de dichos parámetros y su desviación estándar (σ_X representa la desviación estándar de X respecto a su valor medio \bar{X}).

	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3
P_{fading}	30.06 %	7.87 %	46.30 %
$\bar{T}_{ráfaga}$	15.30 s	5.67 s	18.29 s
$\overline{\Delta T}_{ráfaga}$	23.28 s	36.43 s	18.50 s
RD_{medio}	15.79 dB	7.12 dB	11.94 dB
σ_{RD}	7.78 dB	2.42 dB	7.08 dB
K_{medio}	12.18	23.96	16.50
σ_K	10.32	6.81	9.93
m_{medio}	6.36	12.93	8.83
σ_m	5.55	4.13	5.27

Tabla 1. Comparación de las variaciones temporales en los distintos escenarios (K y m son los parámetros de la distribución de Rice y Nakagami respectivamente).

Las estadísticas de segundo orden, tasa de cruces por nivel y duración media de los desvanecimientos, también han sido analizadas para cada escenario, mostrando un comportamiento consistente con los resultados de la Tabla 1.

Finalmente, el movimiento que se produce en este tipo de escenarios es un movimiento lento, asociado normalmente a personas que se desplazan a paso normal, de ahí que el ensanchamiento Doppler observado sea pequeño: 2.06 Hz para el Escenario 1 (valor promedio cuando la amplitud del espectro Doppler cae -20 dB) y aproximadamente 1 Hz para los Escenarios 2 y 3.

5. CONCLUSIONES

Se han caracterizado las variaciones temporales del canal radio de interiores en tres escenarios diferentes y se ha observado cómo el comportamiento de éstas depende de la densidad de movimiento existente en el entorno, lo cual permite definir diferentes entornos canónicos en función de la actividad que normalmente se desarrolle en ellos.

Los resultados obtenidos pueden ser útiles para el diseño de sistemas tales como WPANs y para el desarrollo de un modelo que considere conjuntamente las variaciones espaciales y temporales.

6. REFERENCIAS

- [1] S. Loredó, L. Valle, R.P. Torres, "Accuracy Analysis of GO/UTD Radio Channel Modeling in Indoor Scenarios at 1.8 and 2.5 GHz", *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, Vol. 43, No. 5, October 2001, pp. 37-51.
- [2] S. Loredó, R.P. Torres, L. Valle, M. Domingo, J.R. Pérez, "Measurements and Predictions of the Local Mean Power and Small-Scale Fading Statistics in Indoor Wireless Environments", *Microwave and Optical Technology Letters*, Vol. 24, No. 5, March 2000, pp. 329-331.

Agradecimientos.- Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la CICYT (número proyecto: TIC-1FD97-0830).